

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-333192

(43)Date of publication of application : 02.12.1994

(51)Int.Cl. G08G 1/00
G08G 1/16

(21)Application number : 05-119551

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 21.05.1993

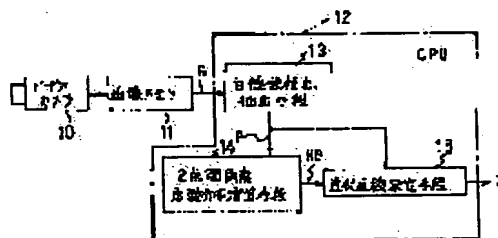
(72)Inventor : MAEKAWA HIROKO

(54) WHITE LINE DETECTOR FOR AUTOMOBILE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the white line detector for automobile in which the reliability of white line recognition is improved.

CONSTITUTION: The detector is provided with a white line object point extract 13 extracting a white line object P based on picture data G, an inter-two-point angle frequency distribution arithmetic operation means 14 obtaining a frequency distribution N θ of an angle with respect to a reference line being a line segment between two points among extracted white line object points, and an approximated line decision means 15 extracting a real angle of the white line with respect to the reference line based on the frequency distribution and real objects included in the white line and deciding an approximated straight line L of the white line based on the real angle and the real object point and an optimum angle of the white line corresponding to the running lane of the own vehicle is selected based on the inter-two-point angle frequency distribution to obtain a white line approximated straight line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3029360

[Date of registration] 04.02.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-333192

(43)公開日 平成6年(1994)12月2日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 8 G 1/00
1/16

識別記号

庁内整理番号

J 7531-3H
C 7531-3H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-119551

(22)出願日 平成5年(1993)5月21日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 前川 ひろ子

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会
社姫路製作所内

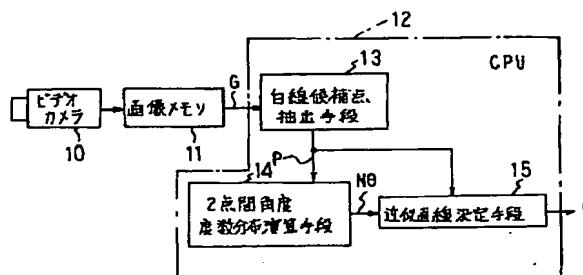
(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 自動車用白線検出装置

(57)【要約】

【目的】 この発明は、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置を得る。

【構成】 画像データGに基づいて白線候補点Pを抽出する白線候補点抽出手段13と、抽出された白線候補点のうちの各2点間線分の基準線に対する角度の度数分布Nθを求める2点間角度度数分布演算手段14と、度数分布に基づいて白線の基準線に対する実角度及び白線に含まれる実候補点を抽出すると共に、実角度及び実候補点に基づいて白線の近似直線Lを決定する近似直線決定手段15とを有し、2点間角度度数分布に基づいて自車両の走行車線に対応した白線の最適角度を選択して白線近似直線を求める。



G: 画像データ

L: 近似直線

P: 白線候補点

Nθ: 度数分布

【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両に搭載されて前記車両の前方を撮影するビデオカメラと、

前記ビデオカメラにより撮影された画像信号を画像データとして記憶する画像メモリと、

前記画像メモリに記憶された画像データを演算処理して前記車両の走行車線上の白線を認識するCPUとを備えた自動車用白線検出装置において、

前記CPUは、

前記画像データに基づいて白線候補点を抽出する白線候補点抽出手段と、

抽出された前記白線候補点のうちの各2点間線分の基準線に対する角度の度数分布を求める2点間角度度数分布演算手段と、

前記度数分布に基づいて前記白線の基準線に対する実角度及び前記白線に含まれる実候補点を抽出すると共に、前記実角度及び前記実候補点に基づいて前記白線の近似直線を決定する近似直線決定手段とを有することを特徴とする自動車用白線検出装置。

【請求項2】 前記近似直線決定手段は、前記度数分布に基づいて度数が最大となる前記2点間線分の角度及び各候補点を抽出し、それぞれ、前記実角度及び前記実候補点とすることを特徴とする請求項1の自動車用白線検出装置。

【請求項3】 前記近似直線決定手段は、前記度数分布に基づいて度数が極大となる前記2点間線分の角度及び各候補点を抽出し、それぞれ、前記実角度及び前記実候補点とすることを特徴とする請求項1の自動車用白線検出装置。

【請求項4】 前記2点間角度度数分布演算手段は、所定領域内にある白線候補点に対して前記2点間線分の角度の度数分布を求めることを特徴とする請求項1の自動車用白線検出装置。

【請求項5】 前記2点間角度度数分布演算手段は、前回に検出された前記白線の近似直線の周辺領域内にある白線候補点に対して前記2点間線分の角度の度数分布を求めることを特徴とする請求項1の自動車用白線検出装置。

【請求項6】 前記近似直線決定手段は、抽出された近似直線の角度が複数存在する場合に、前記近似直線角度の中から、前回検出した前記白線の近似直線の実角度に最も近い近似直線角度及び前記最も近い近似直線角度を有する2点間線分の候補点を抽出し、それぞれ、前記実角度及び前記実候補点とすることを特徴とする請求項1の自動車用白線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は画像処理により道路上の白線を検出する自動車用白線検出装置に関し、特に信頼性の高い白線近似直線が得られる自動車用白線検出装

置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、車線追従状態を認識するために走行車両から道路上の白線を検出する自動車用白線検出装置は良く知られており、例えば特開昭63-214900号公報等に記載されている。

【0003】図8は従来の自動車用白線検出装置の一例である白線逸脱警報装置を示すブロック図である。図において、40は車両に搭載されて車両の前方を撮影する画像入力手段（ビデオカメラや赤外線カメラなど）、41は画像入力手段40により取り込まれた画像データを処理して白線部を抽出する白線認識手段、42は白線認識手段41により抽出された白線データに基づいて自車両が走行レーンを逸脱していることを判定する車線逸脱判定手段、43は車線逸脱判定手段42の判定結果を受けて駆動される警報手段である。

【0004】図8の白線逸脱警報装置において、まず、画像入力手段40から装置に取り込まれた画像データは、白線認識手段41により処理され、これにより、画像データ中に含まれる白線部が抽出される。続いて、車線逸脱判定手段42は、白線データに基づいて自車両が走行レーンを逸脱しているか、又は、逸脱しつつあるかを判定する。最後に、警報手段43は、車線逸脱判定手段42の判定結果を受けて、運転者に音声やランプ点灯等で報知するようになっている。

【0005】尚、白線認識手段41において実行される処理については、種々提案されており、例えば、道路部と白線部との間に輝度差があることを利用して、所定のしきい値で2値化したり、輝度差の変化率（即ち、輝度信号）を微分する等の処理を実行し、白線の候補点を抽出して白線近似直線の演算を行う。このような白線認識処理は、例えば、特開平3-273498号公報に参照されるように、公知の技術である。

【0006】以下、図9のフローチャート及び図10の説明図を参照しながら、従来の白線認識手段41の処理動作について更に具体的に説明する。図9は白線認識手段41において実行される白線認識処理フロー20の一例を示し、図10は車両前方にビデオカメラを取付けた場合に得られる画像及びその画像の処理過程の一例を示す。

【0007】まず、車両前方のビデオカメラから、例えば図10(a)のような画像が得られたとする。図10(a)において、cは道路上の汚れ点である。図10(a)の画像に対し、白線認識処理20（図9）内の水平方向微分処理21を実行すると、白線や先行車両等、画面上で垂直線分を持つものが抽出される。

【0008】続いて、低レベルカット処理22を実行して微小ノイズを除去した後、最大点又は極大点の抽出に基づく白線候補点抽出処理23を実行し、輝度差の大きい点を白線候補点Pとして抽出する。これらの処理21

～23による白線候補点Pの抽出結果を表わすと、図10(b)のようになる。図10(b)において、3cは汚れ点cに対応して抽出された候補点である。

【0009】図10(b)から明らかなように、通常、道路面の白線候補点Pは領域30及び32に集中しており、先行車両や背景の候補点P'は白線候補点Pの位置より画面上部の領域31に集中する。

【0010】そこで、白線候補点Pのみを抽出処理するために、図10(c)のように、白線認識処理20を実行する領域33～35を限定して分割する手法が用いられ、処理領域33、34及び35のそれぞれについて、上記処理21～23を実行する。これにより、図10(d)内の33a、35a～35cのように、白線候補点Pのみを含む領域が得られる。

【0011】従って、図10(d)の各領域33a、35a～35c内の白線候補点Pのデータに基づいて、白線認識処理(図9)内の近似直線演算処理24を実行することにより、図10(e)のように、白線を近似した直線36～39及び3Aを認識することができる。尚、図10(e)内の白線近似直線36～39及び3Aには、後述するように、ノイズによる直線も含まれている。

【0012】図10(e)のような白線近似直線36～39及び3Aは、例えば「画像認識論(コロナ社)」の第71頁に参照されるように、公知の最小2乗法により容易に求められる。しかしながら、実際の走行車両から得られる画面においては、図10(a)から明らかなように、白線の途切れやガードレール及び隣車線等が存在するため、白線とノイズとの区別が困難な点が画像データとして入力される場合が多い。

【0013】例えば、図10(a)の画像例では、領域33内に道路の汚れ点cがあり、領域35内に白線の途切れがあるうえ、道路とガードレールとの継ぎ目が映っている。従って、白線認識処理フロー20を実行して最小2乗法を適用した場合、得られる近似直線は、図10(e)のように、実際の走行車線の白線に対応した直線36及び39の他に、汚れ点cに起因する直線37、白線の途切れに起因する直線38及びガードレールに起因する直線3A等が得られてしまい、白線近似直線が実際の白線と異なる結果になってしまう場面が多発していた。

【0014】そこで、図10(e)中の近似直線のうち、実際の白線に対応する直線36及び39を抽出するために、前回までの白線認識結果や常識的な白線角度範囲等を考慮しながら選別することも考えられるが、余分な機能を追加する必要があるうえ、十分な信頼性を得ることはできない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】従来の自動車用白線検出装置は以上のように、汚れ点cの存在のみならず、隣

車線、道路とガードレールとの継ぎ目又は白線の途切れ部分等の影響により、実際の白線の直線36及び39と演算結果とが大きくずれてしまい、近似直線に基づく白線認識の信頼性を低下させるという問題点があった。

【0016】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、白線に対応した近似直線を求める際に、白線候補点として抽出された点列について、基準線の対して各2点間線分の成す角度の度数分布を求め、度数分布に基づいて白線に対応した最適な角度を選択し、余分な機能を追加しなくても信頼性の高い白線の近似直線が得られる自動車用白線検出装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る自動車用白線認識装置は、車両に搭載されて車両の前方を撮影するビデオカメラと、ビデオカメラにより撮影された画像信号を画像データとして記憶する画像メモリと、画像データを演算処理して車両の走行車線上の白線を認識するCPUとを備え、CPUは、画像データに基づいて白線候補点を抽出する白線候補点抽出手段と、抽出された白線候補点のうちの各2点間線分の基準線に対する角度の度数分布を求める2点間角度度数分布演算手段と、度数分布に基づいて白線の基準線に対する実角度及び白線に含まれる実候補点を抽出すると共に、実角度及び実候補点に基づいて白線の近似直線を決定する近似直線決定手段とを有するものである。

【0018】又、この発明の請求項2に係る自動車用白線認識装置は、請求項1において、近似直線決定手段は、度数分布に基づいて度数が最大となる2点間線分の角度及び各候補点を抽出し、それぞれ、実角度及び実候補点とするものである。

【0019】又、この発明の請求項3に係る自動車用白線認識装置は、請求項1において、近似直線決定手段は、度数分布に基づいて度数が極大となる2点間線分の角度及び各候補点を抽出し、それぞれ、実角度及び実候補点とするものである。

【0020】又、この発明の請求項4に係る自動車用白線認識装置は、請求項1において、2点間角度度数分布演算手段は、所定領域内にある白線候補点に対して2点間線分の角度の度数分布を求めるものである。

【0021】又、この発明の請求項5に係る自動車用白線認識装置は、請求項1において、2点間角度度数分布演算手段は、前回に検出された白線の近似直線の周辺領域内にある白線候補点に対して2点間線分の角度の度数分布を求めるものである。

【0022】又、この発明の請求項6に係る自動車用白線認識装置は、請求項1において、近似直線決定手段は、抽出された近似直線の角度が複数存在する場合に、近似直線角度の中から、前回検出した白線の近似直線の実角度に最も近い近似直線角度及び最も近い近似直線角

度を有する2点間線分の候補点を抽出し、それぞれ、実角度及び実候補点とするものである。

【0023】

【作用】この発明の請求項1においては、ガードレールや隣車線など、白線に類似した直線性のあるノイズを含む画面であっても、白線候補点として抽出された点列について各2点間線分の基準線に対して成す角度を2点間角度として求め、これら2点間角度の度数分布に基づいて最適角度を選択して白線の近似直線を求めることにより、白線の近似直線とノイズ点との区別、即ち自車両の走行車線（白線）と白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性が向上する。

【0024】又、この発明の請求項2においては、度数分布の中で度数が最大となる2点間線分の角度を白線に関する実角度として抽出すると共に、このときの2点間線分の候補点を白線に関する実候補点として抽出し、最適な角度の白線近似直線の演算を可能にする。

【0025】又、この発明の請求項3においては、度数分布の中で度数が極大となる2点間線分の角度を白線に関する実角度として抽出すると共に、このときの2点間線分の候補点を白線に関する実候補点として抽出し、最適な角度の白線近似直線の演算を可能にする。

【0026】又、この発明の請求項4においては、所定領域内にある白線候補点に対してのみ2点間角度の度数分布を求め、不要な度数分布の演算を省略する。

【0027】又、この発明の請求項5においては、前回に検出された白線の近似直線の周辺領域内にある白線候補点に対してのみ2点間角度の度数分布を求め、不要な度数分布の演算を省略すると共に、白線近似直線の誤演算を抑制する。

【0028】又、この発明の請求項6においては、抽出された近似直線角度が複数存在する場合に、近似直線角度の中から、前回検出した白線近似直線の実角度に最も近い近似直線角度を白線に関する実角度として抽出すると共に、このときの近似直線角度を有する2点間線分の各候補点を白線に関する実候補点として抽出し、白線近似直線の誤演算を抑制する。

【0029】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。尚、各図において同一符号は同一部分を示し、この発明の実施例1における白線認識処理の概略フローは図9と同様である。又、この発明の実施例1において、カメラにより撮影される自車両走行中の画面例は図10(a)に示した通りであり、以下の説明では、前述と同様に、図10(a)の画像に基づいて、図9の白線認識処理20を、図10(b)～(e)のように行うものとする。

【0030】図1はこの発明の実施例1の構成を示すブロック図、図2及び図3はこの発明の実施例1による近

似直線処理24（図9参照）の概略フローを示すフローチャート、図4は白線候補点 P_k ($n=1, 2, \dots, n$)のうちの2点 P_i 及び P_j 間の角度 θ_{ij} を示す説明図、図5は角度分布データを格納するための角度表のメモリマップを示す説明図、図6及び図7はこの発明の実施例1による最大度数サーチ手法を説明するための度数分布図である。

【0031】図1において、10は車両に搭載されて車両の前方を撮影するビデオカメラ、11はビデオカメラ10からの映像信号を画像データGとして記憶する画像メモリ、12は画像メモリ11内に格納された画像データGに対して画像演算処理を実行して白線近似直線Lを求めるCPU12である。

【0032】ビデオカメラ10は図8内の画像入力手段40に対応し、画像メモリ11及びCPU12は、図8内の白線認識手段41に対応している。又、ここでは、図示しないが、CPU12の演算により得られた白線近似直線Lは、図8のように、車線逸脱判定機能42及び警報手段43等に導入されてもよい。

【0033】CPU12は、画像データGから白線候補点 P_k を抽出する白線候補点抽出手段13と、抽出された白線候補点 P_k のうちの各2点間線分の基準線（例えば、後述する垂直線）に対して成す角度を2点間角度 θ として求め且つ各2点間角度 θ の度数Nを度数分布 N_θ として求める2点間角度度数分布演算手段14と、演算された度数分布 N_θ に基づいて白線の基準線に対して成す実角度THD及び白線に含まれる実候補点 P_t を抽出すると共に、実角度THD及び実候補点 P_t に基づいて白線候補となる近似直線Lを決定する近似直線決定手段15とを有する。

【0034】次に、図2～図7並びに図9及び図10を参照しながら、図1に示したこの発明の実施例1の動作について説明する。尚、CPU12での白線認識のための概略フローは図9の通りであり、又、白線認識処理20を実行する領域を図10(c)のように限定し且つ分割する手法を用いるものとする。

【0035】従って、白線候補点抽出手段13は、白線認識処理20のうちの、水平方向微分処理21、低レベルカット処理22及び白線候補点抽出処理23を実行し、2点間角度度数分布演算手段14及び近似直線決定手段15は、近似直線演算処理24を実行する。

【0036】前述のように、図10(c)のような手法は、処理領域として、画面全体から白線が存在しない画面上部を省き、各領域33、34及び35のように小さく設定する。従って、処理時間を短縮することができると共に、前方走行車両等の白線以外のノイズ点を最初から除去することができ、白線認識の信頼性がある程度向上する。

【0037】又、各領域33、34及び35を限定する代わりに、前回検出した白線の近似直線の周辺部のみに

限定しても、前述の理由により、処理時間の短縮及び白線以外のノイズ点の低減の効果が得られる。しかし、この発明の実施例1では、処理領域33、34及び35に対して、図9の白線認識処理20を実行するものとして説明する。

【0038】まず、図9の白線認識処理20において、水平方向微分処理21により水平エッジ成分を抽出し、低レベルカット処理22により微小ノイズを除去した後、極大点抽出処理23により最大点又は極大点を抽出して白線候補点列 $\{P_k (k=1, 2, \dots, n)\}$ を得る。

【0039】以上の処理はCPU12内の白線候補点抽出手段13により実行され、図10(a)の入力画像に対して各処理21~23を施すことにより、前述と同様に、図10(d)の結果が得られる。次に、2点間角度度数分布演算手段14及び近似直線決定手段15により実行される直線近似処理24(図2及び図3)の処理フローについて説明する。

【0040】まず、2点間角度度数分布演算手段14は、目標とする白線が画面下部に現れることに着目し、所定の位置及び大きさを有する処理領域33、34及び35のそれぞれに対して角度度数分布処理51を実行し、白線候補点 P_k の2点(P_i 及び P_j)間の角度 θ_{ij} の度数分布 N_{θ} を求める。

【0041】ここで、角度度数分布処理51により求められる2点間角度 θ_{ij} とは、図4のように、白線候補点列 $\{P_k\}$ に対して任意の2点 P_i 及び P_j を選んだときの、垂直線(基準線)61に対する2点 P_i 及び P_j 間の成す角度 θ_{ij} のことである。

【0042】2点間角度 θ_{ij} は、例えば、正負符号を無視して、常に2点間の角度 θ_{ij} を垂直線(即ち、画面のY軸)61と成す角度として正規化し、 $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で設定されてもよいし、又は、 0° を中心として、 $-90^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で設定されてもよい。

【0043】又、2点間角度度数分布処理51において度数分布 N_{θ} を作成するために、メモリマップとして、図5のような角度表が用いられる。図5において、縦軸はスケール角度($0^\circ, 5^\circ, \dots, 180^\circ$)、横軸は点列 P_k の各2点間角度 θ_{ij} のデータ数 $d(1) \sim d(m)$ であり、マトリクス状の各メモリスペース内には、各スケール角度範囲内に含まれる2点間角度 θ_{ij} のデータが格納される。

【0044】ここでは、スケール角度の単位を 5° としており、例えば、スケール角度範囲 $0^\circ \sim 5^\circ$ の場合、白線候補点列 P_k の2点対(P_1, P_2)の成す角度 θ_{12} と、2点対(P_2, P_3)の成す角度 θ_{23} のデータが格納される。同様に、スケール角度範囲 $5^\circ \sim 10^\circ$ の場合、2点対(P_1, P_4)の成す角度 θ_{14} と、2点対(P_2, P_5)の成す角度 θ_{25} のデータが格納され、各スケール角度 0° 及び 5° に対するデータ数即

ち度数 N は「2」である。

【0045】又、実角度THDに相当するスケール角度に対しては、最大データ数 $d(m)$ (=MAXD)の2点間角度 θ が格納される。次に、2点間角度度数分布演算手段14は、角度度数分布処理51によって作成された角度表(図5)に基づいて、図2内の最大度数サーチ処理52aを実行して最大度数MAXDを検索する。これにより、図6のように、最大度数MAXDを検索するための度数分布図が求められる。

10 【0046】又、図2の最大度数サーチ処理52aと同時に、図3のフローチャートに従って極大度数サーチ処理52bを実行すると、最大度数及び極大度数を有する場合は、図7のように最大度数MAXD1及び極大度数MAXD2を検索可能な度数分布図が求められる。

【0047】図6において、横軸は2点間角度 θ に対応するスケール角度、縦軸は度数 N である。図6は、例えば図10(c)内の処理領域33において、図10(d)内の白線領域33a内の候補点 P と孤立したノイズ点 $3c$ との2点間角度の度数分布を求める場合の度数分布図を示している。

20 【0048】図6の場合、最大度数MAXDとなるスケール角度THDは、極大度数となるスケール角度と同一である。この場合、角度表(図5)の中のスケール角度の項の2点間角度列 $\{\theta_{ij}\}$ と、そのときの2点対の点列 $\{(P_i, P_j)\}$ 即ちデータ数とを抽出することにより、実際の白線に対応した近似直線36の実角度THDのみを近似することができる。従って、例えば、図10(d)に示すような白線領域33aに含まれないノイズ点 $3c$ は、データ数の少ないノイズ度数として排除される。

30 【0049】一方、図7において、THD1は最大度数MAXD1となるスケール角度、THD2は極大度数MAXD2となるスケール角度である。図7は、図10(c)内の処理領域35において、隣車線とガードレールとの境界線や途切れのある白線等に対応した領域35a及び35b(図10(d)参照)に対して角度度数分布処理51を実施した場合の度数分布図である。

【0050】この場合、図10(d)のように、処理領域35内にもともと白線領域35a及び35bの2つの角度を持つと考えられ、最大度数サーチ処理52a(図3)において上記と同等の処理を実施すれば、例えば、ガードレール又は白線に対応したデータ個数の多い白線領域35a又は35bに対してスケール角度THD1が選択される。

50 【0051】スケール角度THD1がガードレールに対応した白線領域35aの傾き角度の場合、これは明らかに認識を誤った例であるが、最大度数サーチ処理52aで得られる角度THD1は、従来例の最小2乗法による近似直線39(図10(e)参照)の傾きと異なる。なぜなら、最大度数サーチ処理52aにおいては、白線領

域35aと35bとを区別して、それぞれの領域内35a及び35bにある候補点を用いて最大度数スケール角度THD1を演算しているからある。

【0052】従って、最大度数サーチ処理52aにおいては、適用するシステムに応じて、例えば、前回検出した白線の近傍35cにある白線候補点を選択して処理するアルゴリズムなどの候補点選択機能を追加することにより、ガードレールに起因する白線領域35a内の候補点を除去することが可能であり、白線領域35bに対応する角度THD2の検出も可能である。

【0053】このように、角度を求めて近似直線を得ることにより、ガードレール等の周囲直線部の影響を抑制することができる。又、たとえガードレールを誤検出したとしても、ガードレール角度が白線角度とほぼ同一角度であるから近似直線のズレは最小限に抑制することができる。角度から近似直線($Y = aX + b$)を得るには、例えばハフ変換が用いられ、角度aの決定後にbが決定される。

【0054】この結果、最小2乗法演算のような白線領域35aと35bとの中間的な位置にある近似直線を選択する回数を大幅に減らすことができ、従来例と比べて高い信頼性を得ることができる。又、極大度数サーチ処理52bにより上記と同じ画面を処理して図7の度数分布形状が得られた場合、図5と同様の角度表の中から、最大度数スケール角度THD1と、極大度数スケール角度THD2に対応する項の角度列 θ_{ij} と、そのときの対の点列 P_i 及び P_j を抽出すればよい。

【0055】図7のように、度数分布形状が複数の極大点(この例では、最大度数MAXD1に対応したスケール角度THD1及び極大度数MAXD2に対応したスケール角度THD2)を持つ場合は、前述したように、例えば図10(d)内の処理領域35のように白線領域35aと35bの2つの角度を持つと考えられる。

【0056】従って、図3内の極大度数サーチ処理52bにおいて、角度表の中からスケール角度THD1及びTHD2に対応する項の角度列と、これらの角度列の各2点対の点列を抽出すればよい。ここで、前回検出した近似直線の角度に近い方を選択して処理するアルゴリズム等の複数の角度の中から最適な角度を選択する角度選択機能を付加することにより、白線以外に起因する角度を除去することができるので、更に信頼性の高い角度データが得られる。

【0057】このように、最大度数サーチ処理52a及び極大度数サーチ処理52bを実行することにより、図5の角度表の中から白線の角度候補とその範囲内の角度列及びそのときの2点対である点列を選択することができる。その後、上記結果を基に、角度及び点設定処理53により、白線の近似直線の傾き角度 θ_0 及び近似直線の通る点の座標 P_0 を決定する。

【0058】例えば、各サーチ処理52a及び52bで

選択された角度列を $\{\theta_{ij}\}$ 、そのときの2点対の点列 P_q を $\{(P_i, P_j)\}$ 、その2点対の点列数を M とすれば、白線の近似直線の傾き角度 θ_0 及び近似直線の通る点の座標 P_0 は、下式(1)及び(2)により求めることができる。

$$\theta_0 = \sum \theta_{ij} / M \quad \dots (1)$$

$$P_0 = \sum P_q / (2M) \quad \dots (2)$$

【0060】(1)式から得られた角度 θ_0 は実角度 θ_t として設定され、(2)式から得られた座標 P_0 に基づいて実候補点 P_t が設定される。こうして、実角度THD(THD1、THD2)及びこれに対応する実候補点 P_t に基づいて、傾き角度 θ_0 及び座標 P_0 を有する白線候補の近似直線 L を決定することができる。極大度数サーチ処理52bの場合、この実施例1では、検出した複数の近似直線の中から最も画面中央部に位置する直線を選択する。

【0061】上記の最大度数サーチ(直線近似)処理52aを図10(a)の画像に対して実施して得られる近似直線は、図10(e)内の近似直線36及び39であり、極大度数サーチ処理52bにより得られる近似直線は、図10(e)内の近似直線36、39及び3aである。

【0062】以上、この発明の実施例1で説明したように、白線候補点 P_k の各2点間角度 θ_{ij} の度数分布 N_θ の最大度数MAXD及びMAXD1と、極大度数MAXD2とから近似直線を求める手法によれば、図10(e)において道路の汚れ点c等による候補点3cのようなノイズがあっても何ら影響されない。

【0063】従って、従来の最小2乗法に比べて信頼性の高い白線近似直線が得られ、又、極大度数サーチ処理52bを実施した場合は、隣車線やガードレールなど、走行車線の白線とそれ以外の直線とを分離して検出することが可能なため、更に信頼性の高い白線候補の近似直線 L が得られる。

【0064】実施例2. 尚、上記実施例1では、最大度数サーチ処理52a及び極大度数サーチ処理52bを実行する場合を示したが、いずれか一方の処理52a又は52bのみを実行してもよい。

【0065】実施例3. 又、処理領域を図10(c)のように3つの領域33~35に分割したが、その分割の仕方について何ら規定するものではない。又、ビデオカメラ10の取付位置やその用途に応じて、分割が不要であれば、分割しなくてもよい。

【0066】実施例4. 又、極大度数サーチ処理52bによる直線近似の場合、検出した複数の近似直線の内からどれを選択するかについても、図10(c)の手法によらず、前回の白線近似直線に最も近距離に位置するものを選択する手法等、他の手法を用いてもよい。

【0067】実施例5. 又、近似直線 L の角度 θ_0 と座標 P_0 を決定する手法は、上式(1)及び(2)に限

定されることはない。

【0068】実施例6. 更に、最大度数サーチ処理52a又は極大度数サーチ処理52bによる手法以外に、角度度数分布の形状によって選択された角度表のデータに基づいて求める手法であれば良い。

【0069】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項1によれば、車両に搭載されて車両の前方を撮影するビデオカメラと、ビデオカメラにより撮影された画像信号を画像データとして記憶する画像メモリと、画像データを演算処理して車両の走行車線上の白線を認識するCPUとを備え、CPUは、画像データに基づいて白線候補点を抽出する白線候補点抽出手段と、抽出された白線候補点のうちの各2点間線分の基準線に対する角度の度数分布を求める2点間角度度数分布演算手段と、度数分布に基づいて白線の基準線に対する実角度及び白線に含まれる実候補点を抽出すると共に、実角度及び実候補点に基づいて白線の近似直線を決定する近似直線決定手段とを有し、ガードレールや隣車線などの白線に類似した直線性のあるノイズを含む画面であっても、2点間角度度数分布に基づいて最適角度を選択して白線の近似直線を求めるようにしたので、走行車線の白線近似直線とノイズ点及び白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置が得られる効果がある。

【0070】又、この発明の請求項2によれば、請求項1において、近似直線決定手段は、度数分布に基づいて度数が最大となる2点間線分の角度及び各候補点を抽出し、それぞれ、実角度及び実候補点とすることにより、最適な角度の白線近似直線の演算を可能にしたので、走行車線の白線近似直線とノイズ点及び白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置が得られる効果がある。

【0071】又、この発明の請求項3によれば、請求項1において、近似直線決定手段は、度数分布に基づいて度数が極大となる2点間線分の角度及び各候補点を抽出し、それぞれ、実角度及び実候補点とすることにより、最適な角度の白線近似直線の演算を可能にしたので、走行車線の白線近似直線とノイズ点及び白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置が得られる効果がある。

【0072】又、この発明の請求項4によれば、請求項1において、2点間角度度数分布演算手段は、所定領域内にある白線候補点に対して2点間線分の角度の度数分布を求めることにより、不要な度数分布の演算を省略したので、走行車線の白線近似直線とノイズ点及び白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置が得られる効果がある。

【0073】又、この発明の請求項5によれば、請求項1において、2点間角度度数分布演算手段は、前回に検

出された白線の近似直線の周辺領域内にある白線候補点に対して2点間線分の角度の度数分布を求めることにより、白線近似直線の誤演算を抑制したので、走行車線の白線近似直線とノイズ点及び白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置が得られる効果がある。

【0074】又、この発明の請求項6によれば、請求項1において、近似直線決定手段は、抽出された近似直線角度が複数存在する場合に、近似直線角度の中から、前回検出した白線の近似直線の実角度に最も近い近似直線角度及び最も近い近似直線角度を有する2点間線分の候補点を抽出し、それぞれ、実角度及び実候補点とすることにより、白線近似直線の誤演算を抑制したので、走行車線の白線近似直線とノイズ点及び白線以外の直線との区別が可能となり、白線認識の信頼性を向上させた自動車用白線検出装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1の概略構成を示すブロック図である。

20 【図2】この発明の実施例1による最大度数サーチに基づく直線近似処理の概略を示すフローチャートである。

【図3】この発明の実施例1による極大度数サーチに基づく直線近似処理の概略を示すフローチャートである。

【図4】この発明の実施例1により抽出される2点間角度を示す説明図である。

【図5】この発明の実施例1により抽出された2点間角度の度数分布を求めるためのメモリマップを示す説明図である。

30 【図6】この発明の実施例1により抽出された2点間角度の度数分布形状の一例を示す角度度数分布図である。

【図7】この発明の実施例1により抽出された2点間角度の度数分布形状の他の例を示す角度度数分布図である。

【図8】一般的な自動車用白線検出装置の概略構成を示すブロック図である。

【図9】一般的な自動車用白線検出装置の白線認識処理の概略を示すフローチャートである。

40 【図10】一般的な自動車用白線検出装置による白線認識のための画像処理動作を示す説明図であり、(a)はビデオカメラによって撮影される走行車両の前方画面例、(b)は前方画面(a)から抽出される白線候補点、(c)は白線抽出処理を軽減するために限定された処理領域、(d)は各処理領域(c)に対応して得られる白線領域、(e)は白線認識処理の結果として得られる近似直線をそれぞれ示す。

【符号の説明】

10 ビデオカメラ

11 画像メモリ

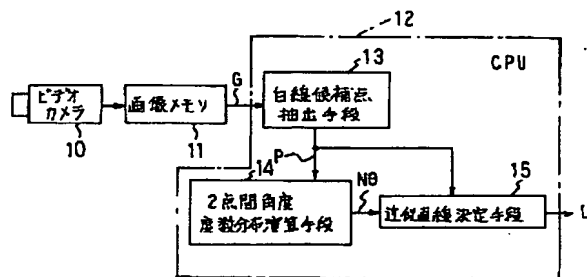
12 CPU

50 13 白線候補点抽出手段

13

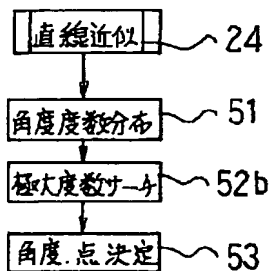
- 14 2点間角度度数分布演算手段
 15 近似直線決定手段
 20 白線認識処理
 23 白線候補点抽出処理
 24 近似直線演算処理
 33~35 処理領域
 36、39 白線近似直線
 51 角度度数分布処理
 52a 最大度数サーチ処理
 52b 極大度数サーチ処理
 53 角度及び点決定処理

【図1】

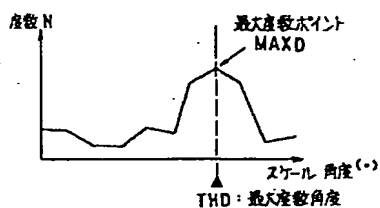


G: 画像データ
 L: 近似直線
 P: 白線候補点
 Nθ: 度数分布

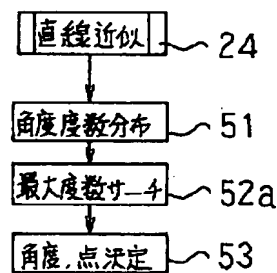
【図3】



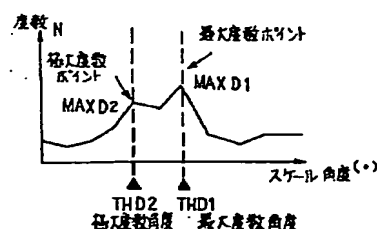
【図6】



【図2】



【図7】

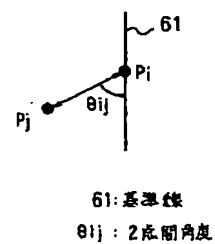


14

- * 61 基準線
 G 画像データ
 L 近似直線
 N 度数
 Nθ 度数分布
 P 白線候補点
 THD 最大度数角度
 THD1 最大度数角度
 THD2 極大度数角度
 10 θij 2点間角度

*

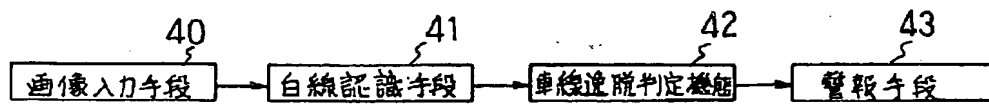
【図4】



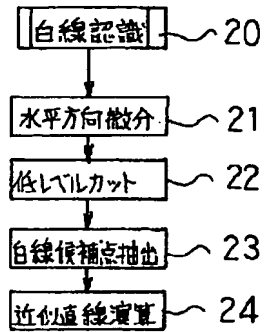
【図5】

| 角度 | d(1) | d(2) | d(3) | ... | d(m) |
|-----|------|------|------|-----|------|
| 0 | θ12 | θ23 | | | |
| 5 | θ14 | θ25 | | | |
| 10 | - | | | | |
| ... | | | | | |
| THD | θ13 | θ15 | θ26 | ... | θ34 |
| ... | | | | | |
| 180 | - | | | | |

【図8】



【図9】



【図10】

